AUS DEM NEUROLOGISCHEN AMBULATORIUM
AN DER MEDIZIN. UNIVERSITÄTS-POLIKLINIK BASEL
Vorsteher: Prof. Robert BING

# *Die neuen Anschauungen über die Beziehungen der Sehnenreflexe zum Bewegungsvorgang*

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von
JÓZEF RABIC
aus Wolkowysk (Polen)

— 1935 —
IMPRIMERIE J. BRINKMANN
MULHOUSE

AUS DEM NEUROLOGISCHEN AMBULATORIUM
AN DER MEDIZIN. UNIVERSITÄTS-POLIKLINIK BASEL
Vorsteher: Prof. Robert BING

# *Die neuen Anschauungen über die Beziehungen der Sehnenreflexe zum Bewegungsvorgang*

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von
JÓZEF RABIC
aus Wolkowysk (Polen)

— 1935 —
IMPRIMERIE J. BRINKMANN
MULHOUSE

Von der medizinischen Fakultät Basel genehmigt

auf Antrag von Professor Dr. R. BING.

---

Tag der Promotion : 11. März 1935.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinem lieben Bruder,

Ing. M. Roberts

in Dankbarkeit gewidmet.

# Einleitung.

Ein Reflex ist bekanntlich ein Vorgang motorischer oder sekretorischer Art, der durch Uebertragung einer Erregung von einer zentripetalen auf eine zentrifugale Faser zustande kommt und ohne Mitbeteiligung des Willens abläuft. Im weitesten Wortsinne gehören dazu also Vorgänge wie Atmung, Herzbewegung, Verdauung, Harn- und Stuhlentleerung, Erektion und Ejakulation.

Für die Diagnostik von Krankheiten kommen jedoch in erster Reihe diejenigen Reflexe in Betracht, bei denen der Reiz vom Untersuchenden willkürlich an einer bestimmten Körperstelle appliziert und dabei nach einer bestimmten normalen oder pathologischen Bewegung gefahndet wird. Der zur Reflexauslösung applizierte Reiz kann ein mechanischer, thermischer, optischer, akustischer, chemischer oder elektrischer sein. Als Reizstellen kommen in Betracht: Haut, Schleimhäute, Sehnen, Periost, (Knochen), Faszien, die Netzhaut, die Sinnesepithelien des Labyrinths usw.

Die Reaktion kann, soweit es sich um motorische Phänomene handelt, bestehen in Kontraktion eines oder mehrerer Muskeln der gleichen oder entgegengesetzten Seite (letztens «gekreuzte R»). Die häufigst angewandten Reize sind die mechanischen: Berühren, Streichen, Kitzeln, Stechen, Klopfen.

In der praktischen Medizin versuchen wir die Sehnenreflexe möglichst isoliert von allen sonstigen Bewegungen zu untersuchen. Wir geben dem Patienten die Anweisung, die Muskeln zu entspannen, wir lenken seine Aufmerksamkeit in verschiedenen (bekannten) Arten ab, wie z. B. ein Gespräch, man lässt den Patient eine Zeitung lesen usw. Die theoretische Analyse der Reflexfunktion führt uns gerade den entgegengesetzten Weg. **Wir erkennen, dass der Sehnenreflex (Eigenreflex nach Paul Hoffmann) gar keine selbständige Stellung einnehmen kann, dass er**

**abgetrennt von den willkürlichen und reflektorischen Bewegungen nur ein Scheindasein führt, dass wir seine Wirkung und Bedeutung nur erkennen können, wenn wir ihn zusammen mit den normalen Bewegungen des Körpers betrachten und dass dann das Verständnis seiner Wirkung klar und deutlich wird.**

Die fortschreitende Untersuchung hat gezeigt, dass das, was wir mit dem Namen Sehnenreflexe oder Sehnenphänomene bezeichnen, gar nichts Wesentliches mit der Sehne zu tun hat. (**P. Hoffmann.**) Die Sehne ist für den Eigenreflex ganz unwesentlich, dass wir die Reflexe klinisch durch Schlag auf die Sehne auslösen, ist physiologisch bedeutungslos, denn es kommt nicht auf den Schlag auf die Sehne an, sondern auf die Zerrung in der Längsrichtung, die der Muskel erfährt. Man kann den Sehnenreflex auch durch Schlag auf den Muskel hervorrufen, durch plötzliche Gelenkbewegung, Reizung des Muskelnerven usw. Es hat sich gezeigt, dass es sich in den Eigenreflexen um einen eigenen Apparat der einzelnen synergisch wirkenden Muskelgruppen handelt. Jeder Muskel hat seinen Eigenreflex. Er ist nur von diesem Muskel aus auszulösen. Er führt nur von einem Muskel aus über das Rückenmark wieder zu diesem Muskel zurück. Er bleibt vollkommen lokalisiert und greift auf eine nicht synergische Muskelgruppe über. Es ist ein Apparat, der dazu dient, die Muskelfunktion den gegebenen Verhältnissen anzupassen.

Der Eigenreflex selbst ist keine Bewegung, er ist im physiologischen Falle der Auslösung nur der Teil einer Bewegung, daher wirkt er isoliert ausgelöst ganz zwecklos. (**P. Hoffmann.**)

Die Nervenenden, die als rezeptorische Apparate dienen, liegen im Muskel, am Sehnenende meist dichter. Der spezifische Reiz ist eine Zerrung des Muskels in der Längsrichtung.

Die Erkenntnis der Natur der Eigenreflexe hat in der letzten Zeit wesentliche Erweiterungen erfahren. Es ist besonders die Einführung des verbesserten elektrophysiologischen Methodik von **Einthoven** in dies Gebiet, die den Fortschritt bewirkt hat. Wir können durch das Studium der Aktionsströme den Reflex mit einer Schärfe untersuchen, die auf mechanischem Wege nicht möglich ist.

---

# Eigenreflexe und Fremdreflexe.

Durch die früheren Untersuchungen von **Sternberg** und in den letzten Jahren auch diejenigen von **Paul Hoffmann** sind die physiologischen Eigenschaften der Eigenreflexe weitgehend aufgeklärt worden. Es hat sich gezeigt, dass viele der für die Klinik diagnostisch wichtigen Reflexe in diese Gruppe gehören, wie die Sehnenreflexe und Periostreflexe. Diese Feststellung bedarf der Aufklärung, wird doch bei diesen Reflexen eine Sehne beziehungsweise das Periost durch Schlag gereizt, so, dass die Identität zwischen Reizort und Erfolgsort nicht vorhanden zu sein scheint. Es konnte nun aber speziell durch **P. Hoffmann** nachgewiesen werden, dass nicht die Reizung der Sehne, sondern die Reizung des mit der Sehne verbundenen Muskels das reflexauslösende Moment darstellt. Wird die Patellarsehne so beklopft, dass dabei die Patella nicht nach unten gezogen wird, so bleibt der Patellarsehnenreflex aus. Oder, wenn die Patellarsehne mit dem universalen Reizmittel, nämlich mit dem elektrischen Strom gereizt wird, so fehlt der Reflex ebenfalls. Genau das gleiche gilt für das Beklopfen der Sehnen von Bizeps und Trizeps.

Wenn das Beklopfen anstatt von vorn, von der Seite geschieht unter Gegenhalten, sodass die Sehne beim Schlagen nicht ausweichen kann, so werden die üblichen Reflexe vermisst. Die Deutung ist die, dass nicht die mechanische Reizung der Sehne den Reflex auslöst, und dass die des Reizes nicht in der Sehne geschieht, sondern in zugehörigen Muskel. Durch das übliche Beklopfen der Sehne wird nämlich ein kurzer ruckartiger Zug auf den zugehörigen Muskel übertragen und offenbar ist diese plötzliche Dehnung des Muskels der adäquate Reiz, durch den der Reflex ausgelöst wird.

Für den Bizeps ergab sich z. B., dass eine plötzliche Verlängerung um 0,2 mm genügt, um den Eigenreflex auszulösen.

Unter einen Eigenreflex des Muskels verstehen wir eine reflektorische Kontraktion, bei der der auslösende Reiz an den sensiblen Endigungen des Muskels selbst angreift, wo also sowohl das rezeptorische Neuron wie auch das effektorische mit dem Muskel verknüpft ist. Es handelt sich um eine propriozeptive oder Eigenerregung des Muskels, kurz, um einen Eigenreflex. (**Hoffmann P.**) Wenn dagegen die sensible Erregung z. B. von der

Haut, Schleimhaus, ausgeht, also von einem fremden Organ, so sprechen wir von exterozeptiven oder Fremdreflexen. Diese Einteilung verdanken wir **P. Hoffmann,** welcher, von der funktionellen Betrachtungsweise ausgehend, durch systematische Untersuchungen über den Ablauf dieser beiden Reflexarten zu dieser Einteilung gekommen ist. Die Eigenreflexe werden ausgelöst durch Zerrung des Muskels direkt oder auf dem Wege über die Sehnen. (Es genügt schon eine minimale Zerrung von 2/10 mm. in der Längsrichtung und sind unermüdbar). Man kann 5000 bis 10 000 Patellarreflexe hintereinander auslösen, ohne dass es zu Ermüdungserscheinungen kommt. (**Strughold.**) Von Bedeutung für die Funktion der Eigenreflexe ist auch das Verhalten ihrer Refraktärphasen (**P. Hoffmann, W. Reich** und **K. Hansen**). Darunter verstehen wir diejenige Zeit, die das nervöse Gewebe nach einer erfolgten Erregung zur Erholung braucht, während der also ein neuer Reiz entweder gar nicht oder noch nicht maximal wirksam wird. Die Gesamtrefraktärphasen können sich von Bruchteilen einer Sekunde bis auf 5 und mehr Sekunden erstrecken. (**M. Strughold.**) Sie sind nicht von konstanter Dauer, sondern passen sich der Beanspruchung an. Angespannte Aufmerksamkeit verkürzt die Refraktärphase, was bei Auto- und Velofahren, Fliegen usw. von sehr grosser Bedeutung ist. Im Versuche konnte **H. Strughold** zeigen, dass bei einem schneidigen Militärmarsch die Refraktärphasen auf 2/3 der normalen herabgehen können.

Nach den Untersuchungen von **H. Strughold** beträgt die Refraktärphase (R. P.) des Patellarreflexes bei normaler Ruhelage des herabhängenden Beines etwa 3-4 Sekunden. Davon entfällt nur ein kleiner Bruchteil auf die absolute Refraktärzeit (a. R. P.), nach **Dodge** soll diese 1/10 Sek. betragen, — der weitaus grössere Teil dagegen auf die relative (r. R. P.). Die für die R. P. des Patellarreflexes angegebene Zahl gilt für Männer im Alter von 20-40 Jahren. Diese Werte brauchen nicht als starke Grenzen angesehen zu werden, denn er fand auch Refraktärphasen bis zu 9 Sek. Dauer. Dies steht im Einklang mit den Ergebnissen von **W. W. Tuttle,** der 8-10 Sek. für das geeignetste Reizintervall hält, damit sich der Patellarreflex von seiner «Ermüdung» erhole.

Die Reflexzeit der Sehnenreflexe ist bekanntlich sehr kurz. Der menschliche Patellarreflex braucht etwas weniger als 2/100 Sek. der Achillessehnenreflex etwa 3/100 Sek. Da dabei eine erhebliche Nervenstrecke durchlaufen wird, so hat man lange gezweifelt, ob es sich wirklich um ein reflektorisches Phänomen handeln könne. Wir wissen jetzt, dass die Reflexzeit völlig oder fast völlig durch die Nervenleitungszeit, verbraucht wird. Bei der Schwierigkeit der Messungen kann man sagen, dass die

Uebertragungszeit im Rückenmark in die Fehlergrenzen fällt. Die Uebertragung ist also ausserordentlich mechanisch, sie hat nicht das von Stimmung und Stärke des Reizes Abhängige, was wir sonst an unserm Zentralnervensystem zu sehen gewohnt sind.

Dabei ist sehr wichtig: die Leistungszeit des Reflexes hängt durchaus nicht von seiner Stärke ab, ein eben merkbarer wirkt ebenso schnell, wie der stärkste denkbare. Doch konnte man erweisen, dass auch bei dieser mechanisch einfachen Uebertragung Bahnung und Hemmung des Reflexes im weitesten Masse möglich sind. Bei willkürlicher Erregung des Muskels wird der Reflex gebahnt, bei Kontraktion des Antagonisten gehemmt. Im allgemeinen gehen die Wirkungen unserer Sehnenreflexe völlig unbewusst vor sich.

Ganz anders verhalten sich die Fremdreflexe. Hier ist die Reflexzeit im weiten Masse von der Reizstärke abhängig. Je stärker der Reiz, umso mehr nähert sich die Reflexzeit einem gewissen Minimum. («Die minimale Reflexzeit der Fremdreflexe scheint nach unsern bisherigen Kenntnissen immer noch wesentlich grösser zu sein als die gewöhnliche unter allen Bedingungen Konstante der Eigenreflexe».)

Es ist eine sehr wichtige Eigenschaft der exterozeptiven Reflexe, dass sie sehr leicht ermüden. Wiederholt man einen Reflexversuch mehrere Male, so tritt der Erfolg nicht mehr ein. Der Sehnenreflex tritt immer ein, man muss nicht befürchten, durch häufiges Auslösen ihn zu ermüden. Bei gleichem Zustande des Zentralnervensystems kann man ihn tausende von Malen hervorrufen ohne Verminderung der Wirkung.

**P. Hoffmann** konnte zeigen, dass der Zustand, den wir als Willkürinnervation zu bezeichnen pflegen, die Eigenreflexe bahnt, während Nachlassen der Willkürinnevation sie dagegen hemmt. Je stärker die Vp. die Wadenmuskulatur anspannt, um so stärker folgt auf ihre Zerrung eigenreflektorisch eine diese Zerrung kompensierende Kontraktion. Anderseits sinkt bei totaler Entspannung eines Muskels die eigenreflektorische Erregbarkeit auf Null. Die Schwierigkeit bei hypnotischen Muskeln Reflexe auszulösen und die Wiederkehr derselben mit wiederkehrenden Tonus (Tabiker, Hemiplegie) erklärt sich hier ganz gut.

Die Eigenreflexe stellen die einfachsten Rückenmarksreflexe dar, die die Physiologie kennt. Verschiedene Eigenschaften sind es, welche ihnen, das Charakteristikum der «Einfachheit» geben.

Als einfache Reflexe hat **Sherrington** solche bezeichnet, bei denen ein Reiz an einem Receptor eine Antwort an einem Effektor bewirkt, wobei alle übrigen Teile des Nervensystems unbeteiligt bleiben. (Handbuch der norm. u. path. Physiol.) Der im

bezeichneten Sinne einfachste Reflex ist der, bei welchem Receptor und Effektor in inniger anatomischer Vereinigung sich befinden (**Sherrington**) und der vormals Sehnenreflex genannt, nach **P. Hoffmann** jetzt als Eigenreflex bezeichnet wird. Im Muskel selbst, besonders gegen das Sehnenende zu, finden sich als Rezeptoren die Muskelspindeln. Jeder Muskel hat nun seinen Eigenreflex. Der adäquate Reiz ist eine Zerrung, also eine Spannungszunahme in der Längsrichtung. Diese darf sehr klein sein, die Unterschiedsschwelle gibt **P. Hoffmann** zu 1/90 an.

Die aus dem Reflex resultierende motorische Antwort zeigt ein ziemlich getreues Abbild des Reizes. Wird ein kurzer Einzelreiz appliziert, so besteht die motorische Antwort auch in einer Einzelzuckung.

(Dies ist etwas aussergewöhnliches, weil unsere quergestreifte Skelettmuskulatur normalerweise nur tetanische Kontraktionen ausführt.)

Werden z. B. 10 Einzelreize pro Sekunde appliziert, so erfolgen 10 Einzelzuckungen, bei einer Frequenz von 100 pro Sekunde, besteht auch die motorische Antwort aus der gleichen Zuckungsfrequenz. Die Einfachheit der Eigenreflexe wird weiter belegt durch die Dauer der reinen Reflexzeit. Diese ist identisch mit der Umsetzungszeit im Rückenmark vom afferenten zum efferenten Impuls. Für die Eigenreflexe erhielt **P. Hoffmann** eine reine Reflexzeit von etwa 1/1000 Sekunde. Wenn für die Ueberleitung des Impulses von der hinteren auf die vordere Wurzel nur eine so geringe Zeit zur Verfügung steht, so muss die Zahl der vom Impuls passierten Ganglienzellen eine kleine sein. Denn die Passage des Impulses durch eine Ganglienzelle ist es in erster Linie, die Zeit beansprucht. Deshalb vermutet **P. Hoffmann,** dass die Bahn dieser Eigenreflexe nur eine oder höchstens zwei Ganglienzellen enthält. Diese einfache anatomische Organisation macht die geringe Modulationsfähigkeit verständlich. Im Gegensatz zu den meisten Fremdreflexen ist die reine Reflexzeit der Eigenreflexe konstant, sie ist nämlich unabhängig von der Reizstärke, auch Bahnung und Hemmung des Reflexes verändern sie nicht.

Ein weiteres Argument für die einfache Organisation ist das Fehlen jeglicher Summationserscheinung. Wenn ein Reiz unterschwellig ist, also zu schwach, um den Reflex auszulösen, so gelingt es auch durch Summation einer grossen Zahl dieser unterschwelligen Reize nicht, den Reflex in Gang zu bringen.

**Whitekorn John** hatte die Latenzzeit des Patellarreflexes mit einem konstruierten Reizmärkierer gemessen. Es ergab sich in Bestätigungen **Hoffmanns** zunächst, dass die Latenzzeit von der Elektrodenlage abhängt. Es wurden deshalb in allen Versuchen

die Elektroden in die Mitte zwischen Spina iliaca ant. sup. und oberen Rand der Patella gelegt. Die Latenzzeit ist bei ein und derselben Person relativ konstant, bei verschiedenen Personen ergeben sich geringe Differenzen, wobei der Grösse der Versuchsperson der Haupteinfluss zukommt. Grosse Personen haben eine längere Latenzzeit als kleine Personen, die Leitungsgeschwindigkeit bei diesem Reflex scheint 70-80 m. pro Sekunde zu betragen.

Die Eigenreflexe sind eine Teilfunktion aller unserer willkürlichen Bewegungen. Es erfolgt durch sie eine ständige Ueberwachung und Regulation derselben. Die Eigenschaften sind dieser Bestimmung besonders angepasst, die Schnelligkeit der Uebertragung, die ausserordentlich differenzierte Bahnung und Hemmung, die Abhängigkeit des Erfolges vom Reize. Während wir bei andern Reflexen sehen, dass sie einmal ausgelöst einen gewissen Gang durchmachen und nicht mehr gehemmt werden (z. B. Schlucken), ist hier jeden Moment eine Hemmung möglich. Während andere Reflexe nur zur bestimmten Zeit einsetzen, sind die Eigenreflexe ständig in Tätigkeit, nur mit Schwankungen der Intensität gemäss der ständigen Funktion ist die Ermüdbarkeit dieser Reflexe sehr gering. Das Rückenmark leistet das Höchste an direkter Leitung, was wir kennen. Unter günstigen Umständen können 200 Erregungen in der Sekunde durch dasselbe fliessen.

Die Eigenreflexe sind nicht mehr Kuriosa, die wir vor uns haben, sondern sie sind eingeordnet in die Gesamttätigkeit unserer Bewegungsvorgänge. (**P. Hoffmann.**)

Wenn man die hauptsächlichsten Eigenheiten der beiden Reflexarten zusammenstellt, so kommt man zu folgender Tabelle, die die Differenz recht eindringlich hervortreten lässt:

| **Eigenreflexe** (Sehnenreflexe). | **Fremdreflexe.** |
|---|---|
| Reflexzeit kurz, von der Reizstärke unabhängig. | Reflexzeit relativ lang von der Reizstärke abhängig. |
| Keine Summation bei wiederholtem Reiz. | Summation bei wiederholtem Reiz. |
| Segmentale und halbseitige Beschränkung (nur von einer bestimmten Stelle auslösbar). | Uebergreifen auf andere Segmente und auf die andere Seite fast regelmässig. (Von weiten Bezirken her auslösbar.) |
| Schwer ermüdbar. | Rasch ermüdbar. |
| Untergeordnet. | Gewöhnung. |
| Unbewusst. | Bewusst. |
| | Uebergeordnet. |

Nach **P. Hoffmann**, Zeitsch. f. Biologie, 72, S. 106.

# Die funktionelle Bedeutung der Reflexe.

**Exner,** in seiner Abhandlung über Sansomotilität (Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. 48.-601.-1891) hat gesagt:

« Die plötzliche Ueberdehnung eines Gelenkes oder die ruckartige Zerrung einer Sehne, der Stoss auf einen Knochen usw. ruft in gewissen Muskelgruppen Reflexzuckungen hervor, die sich unter gewissen Umständen in sehr kurzen Intervallen wiederholen und sich dadurch dem Charakter eines Tetanus nähern können » und weiter « geht man einen steinigen Pfad hinan und hat, durch irgend ein Interesse abgezogen, die instinktive Beobachtung des Weges ausser Acht gelassen, so kann es wohl geschehen, dass wir den Fuss flach aufsetzten, als wäre eine Steinplatte zu betreten, während wir tatsächlich einen Stein unter unseren Zehen, unter der Ferse aber nichts haben. Geschieht der Schritt mit einiger Hast, so wird der Fuss am vorderen Ende stark nach oben gebogen, nimmt dann genau die Stellung ein, welche die Kliniker erzeugen, um den Reflex hervorzurufen, und in der Tat tritt auch hier eine Reflexzuckung ein und stellt unseren Fuss unter Hebung der Ferse und des Unterschenkels in eine normale Stellung, indem zugleich das Sprunggelenk durch Muskelaktion festgestellt und dadurch die Gelenksbänder vor Ueberdehnung geschützt werden. Auch wenn unser Fuss durch einen Fehltritt aussen oder innen stark gehoben wird, tritt eine analoge reflektorische Feststellung des Gelenkes ein, welche schon vorhanden ist, ehe der Schritt vollendet wird. »

**Sternberg** schliesst sich im grossen ganzen der **Exnerschen** Auffassung an. Für ihn ist der Mechanismus der Eigenreflexe wesentlich ein Schutzapparat für die Gelenke.

« Jedes Gelenk ist von einem Gitter gespannter Sehnen als ebensovielen Wächtern für seine Unversehnheit umgeben, von denen jede einen dagegen gerichteten Stoss einerseits durch die reflektorische Kontraktion ihres eigenen Muskel aufhängt, anderseits alle anderen Muskeln des Gelenkes sofort zur Abwehr des Feindes eintreten lässt. Damit die Hilfe nicht zu spät komme, muss der Reflex mit der grössten möglichen Schnelligkeit erfolgen. »

Wir finden hier einen deutlichen Rückschritt gegenüber **Exner.** Dieser hatte klar erkannt, dass die Eigenreflexe an sich nichts bedeuten und physiologisch allein nicht existieren, sondern nur als Teile einer Bewegung als Regulation derselben zu

dienen haben. **Sternberg** hat diese Auffassung wieder ganz fallen gelassen. Auch **Lewandowski** übernimmt in seinem Handbuche die Ansicht von **Sternberg** und führt die **Exnersche** Ansicht nicht weiter aus. Dagegen steht **P. Hoffmann** auf dem Boden der **Exnerschen** Ansicht. Das Zentralnervensystem wird von jeder Bewegung unserer Glieder durch die sensiblen Nerven unterrichtet, das Individuum weiss ohne weiteres, in welcher Lage sich seine Glieder befinden, unter welcher Spannung seine Muskeln stehen. Es ist bekannt, dass Patienten, die an gewissen Erkrankungen des Zentralnervensystems leiden und einen Ausfall der Sensibilität haben, ohne dass die Muskulatur vermindert ist, in ihrer Bewegung erheblich gestört sind. Sie suchen dann durch Verwendung der Augen diesen Ausfall der Sensibilität zu ersetzen.

Es konnte von **P. Hoffmann** gezeigt werden, dass jede willkürliche Bewegung zugleich weitgehende Veränderungen in der Bahnung der Reflexe hervorruft, in dem Sinne, dass eine willkürliche Innervation eines jeden Muskels stets mit starker Bahnung einhergeht, so dass also bei völlig erschlaffter Muskulatur der Reflex ausfällt. Bei angespannter Muskulatur kann die Bahnung eine so grosse sein, dass der Sehnenreflex die ganze Innervation beherrscht. Dem Individuum steht eine Reflexgarnitur zur Ver fügung, die die Einwirkung der Umweltreize kontrolliert, indem sie vor schädlichen Reizen den Körper zu schützen sucht. So unterscheiden wir **Schutzreflexe.** Zweitens verfügt das Individuum über solche, die ihm nützliche Reize zuzuführen suchen, **Nutzreflexe.** Drittens stehen ihm solche zu Diensten, die die vitalen Vorgänge im Organismus regeln, die sog. **Regulationsreflexe.**

Jüngeren Datums ist dagegen die Erforschung der Eigenreflexe der Muskeln und sog. Steh- und Stellreflexe, deren funktionneller Bedeutung für die Statik und Kinetik eine ganz besondere Note zukommt.

Wenn wir z. B. eine Treppe hinaufsteigen, so erhalten die in Aktion tretenden Extremitätenmuskeln zunächst ihre cerebralen und spinalen Impulse etwa 50-100 pro Sekunde. Gleichzeitig aber kommt es beim Hinaufsteigen auch zu Zerrungen im Muskel und demzufolge zu Eigenreflexen. Diese unterstützen die willkürliche Innervation, indem sie hineinspielen in den Oscillationsrythmus der willkürlichen Erregungen.

Sie stellen eine Art Selbststeuerung der willkürlichen Muskelbewegungen dar. Fehlt diese, so ist der Mensch ataktisch. (**K. Hansen.**) **P. Hoffmann** und **K. Hansen** konnten einmal zeigen, dass bei ganz gewöhnlichen Bewegungen Eigenreflexe mit völliger Regelmässigkeit ausgelöst werden, ferner wiesen sie nach,

dass bei Reizung durch Vibration eine Einstellung der Innervation erfolgt, insofern als jede Schwingung einen Reflex auslöst und die willkürliche Kontraktion aus lauter Reflexen zu bestehen scheint. Nach den Anschauungen der oben genannten Autoren treten Eigenreflexe der Muskeln nur dann ein, wenn eine plötzliche Dehnung des Muskels in der Längerichtung erfolgt, oder, wenn ein entsprechender Nervenreiz gesetzt wird. Die rezeptorischen Organe müssen also als spezifischer Reiz eine Spannungsänderung in den Muskeln haben. Bei den Eigenreflexen finden wir gerade, dass nur eine Verstärkung der Spannung zu wirken scheint, während die dauernd gleiche Spannung keine Reflexe erzeugt. Dies Verhalten konnte nur solange nicht auffällig erscheinen, als man der Meinung war, dass die Eigenreflexe Einzelzuckungen oder zum mindestens nur ganz kurze Erregungen der Muskulatur seien. Es ist aber von **P. Hoffmann** gezeigt worden, dass dies nicht der Fall ist. Es hängt die Art des Reflexerfolges vom Reize ab, wenn dieser langdauernd ist, so werden auch die Reflexe zu langen tetanischen Erregungen.

Beim gewöhnlichen Sehnenreflex handelt es sich um die Reaktion des Muskels auf Spannungszunahme.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass alle quergestreiften Skelettmuskeln unseres Körpers Sehnenreflexe (Eigenreflexe) haben. Die Reflexerregbarkeit ist aber bei den einzelnen Muskelgruppen in typischer Weise verschieden. Die Fussstrecker zeichnen sich dadurch aus von andern Muskeln unseres Körpers, dass es hier allein gelingt, die Eigenreflexe mit einem Induktionsschlag auf den Nerven auszulösen, während der Muskel sich in der normalen schlaffen Haltung befindet. Die klinische Methode der Auslösung der Sehnenreflexe eignet sich nicht zum Vergleich der Reflexfähigkeit. Die anatomischen Verhältnisse der Sehnen spielen eine zu grosse Rolle. Wenn, wie bei der Dorsalflexoren des Fusses eine passende gelagerte Sehne fehlt, bei der ein Schlag eine Zerrung des Muskels in der Längsrichtung bewirkt, so erscheint uns, dass dieser Muskel beim Normalen keinen Reflex habe. **P. Hoffmann** hat nachgewiesen, dass bei Reizung der Muskelnerven mit Induktionsschlägen sehr gut Eigenreflexe ausgelöst werden können, und dass bei passender Bahnung in jeder Muskelgruppe der Versuch gelingt. Natürlich haben bei diesem Versuche anatomische Verhältnisse ebenfalls eine wesentliche Bedeutung insofern der Muskelnerv, der die sensiblen und motorischen Fasern führt, verschieden leicht von Reiz getroffen wird. Dies kann man besonders bei der Untersuchung des Quadriceps erkennen. Bei diesen ist der Induktionsschlag auf dem N. femoralis in der Leistenbeuge ein verhältnismässig

schlecht wirkender Reiz (weil jener Nerv sich in der Tiefe der Muskulatur befindet und nur teilweise vom Reize getroffen wird).

Die allgemeine physiologische Bedeutung der Sehnenreflexe tritt auch besonders darin zutage, dass sie das mit höchster Raschheit wirkendes Mittel sind, um die Störung, welche unsere Gliederstellung durch äussere Stösse, Züge, usw. erfahren, zu kompensieren. Jeder plötzliche und unerwartete Widerstand oder Stoss erregt reflektorisch in den betreffenden Muskeln verstärkte Kontraktion. Aber auch jede plötzliche Entlastung eines belasteten und innervierten Muskels erfährt ebenso rasch eine entsprechende Erschlaffung. (**Hansen** und **P. Hoffmann**.) Beide Vorgänge haben den Erfolg, den Effekt solcher äusseren störenden Kräfte auf ein Mindermass zu reduzieren. **Clans** und **v. Weizsäcker**, konnten auch zeigen, dass bei mechanischer Störung nicht nur von Gliederhaltung, sondern auch von Bewegungen dieselben kompensierenden Mechanismen wirken, und zwar so, dass nicht nur das Ausmass, sondern vor allem die Geschwindigkeit der Bewegung wiederherstellt wird. Hier wird besonders deutlich, wie die Eigenreflexe in quantitativer Weise abgestuft, als elegante Regulatoren dem Bewegungsapparat eingefügt sind. Zwischen einem vollständigen Sprung z. B. und dem primitiven Eigenreflex liegt noch eine breite Lücke, die von zusammenfassenden und regulierenden Mechanismen auszufüllen ist. Es scheint, dass diese Lücke sich teilweise mit eben jenen als Fremdreflexe umschriebenen sensomotorischen Reaktionstypen ausfüllen wird. Fortbewegung, Angriff, Flucht, Sicherung, Nahrungsaufnahme, Reinigung erfolgen in ziemlich typischen Bewegungsformen, und man hat bekanntlich die komplizierten Reflexe des Menschen besonders in pathologischen Zuständen, als Elemente oder Bausteine jener Integralbewegungen mit Recht erkannt. Wir erblicken also im Eigenreflexapparat nicht nur eine Einrichtung für die Kontrolle unserer Gelenkstellungen und Bewegungen, sondern eine Verstärkereinrichtung für die motorische Innervation unserer Skelettmuskulatur. Für die Oekonomie fortgesetzter Bewegungen z. B. Laufen, Rudern usw. ist die teilweise Uebernahme der Muskelinnervation durch den Eigenreflexapparat von grosser Bedeutung durch Ersparung zentraler Innervation. (**Flick** und **Traum**.) Ein wesentlicher Teil des Trainingserfolges in allen athletischen Uebungen besteht zweifellos darin, dass der Uebende lernt seine Bewegungen so einzurichten, dass er durch Auslösung starker Eigenreflexe die motorische Innervation seiner Muskulatur verbessert und zentrale Innervation spart. Die rasche Ermüdung kräftiger gesunder Leute bei ungewohnten Uebungen ist zum Teil damit zu erklären, dass sie die Bewegungen überwiegend mit zen-

traler Innervation ausführen. Auch die Muskelschwäche und rasche Ermüdbarkeit der Tabiker, deren motorische Bahnen intakt sind, ist wohl mit durch den Ausfall der Eigenreflexe verursacht.

Es ist anzunehmen, dass die eigenreflektorische Innervation auch bei denjenigen Bewegungen, die nicht mit maximaler Schnelligkeit oder maximaler Kraft ausgeführt werden, die corticospinale Innervation unterstützt. Der Grad dieser Unterstützung wird abhängen von der Geschwindigkeit, mit der die Bewegungen beginnen. (**Flick** und **Traum**.)

---

## Sehnenreflexe und Gelenkstellung.

Die Eigenreflexe haben auch die Aufgabe, die Gelenke zu fixieren. Bei Fehltritten korrigieren sie die Gelenkstellung. Wollen wir ein Gelenk feststellen, so spannen wir die Muskeln, die über dasselbe hinziehen. Durch diese Innervation werden die Sehnenreflexe in den betreffenden Muskel gebahnt. Die geringste Steigerung der Spannung in den Sehnen bezw. Muskeln bewirkt ein Auftreten des Reflexes und damit eine Gegenaktion gegen die entstehende Verschiebung. Die Sehnenreflexe mit ihrer ausserordentlich kurzen Latenzzeit sind imstande einzugreifen, längst bevor von der Rinde her eine willkürliche Innervation erfolgen kann. Sie sollen einstellend und ausgleichend wirken, bis willkürlich ein neuer Befehl eintrifft. Erst durch sie wird bewirkt, dass die willkürliche Innervation sich ohne weiteres an die gestellte Aufgabe anpässt. **K. Hansen** und **P. Hoffmann** konnten experimentell beweisen, dass bei der Fixation von Gelenkstellungen die Sehnenreflexe eine ganz wichtige Rolle spielen. Es gelingt bei ganz gewöhnlicher Tätigkeit, Sehnenreflexe nachzuweisen, deren Wirkung immer dahin geht, einer von aussen kommenden, plötzlichen, die Gelenkstellung veränderenden Einwirkung schnell entgegenzuwirken. Dabei können sie so stark sein, dass die Sehnen abreissen, wie die Erfahrungen der Chirurgen lehren. Dass die Ansicht, die Eigenreflexe dienten zur Erhaltung einer Gelenkstellung richtig ist, hat **P. Hoffmann** in einer Versuchsreihe zu

erweisen vermocht. (Zeitsch. f. Biologie, 71 Bd. S. 99.) Allgemein erwies sich, dass Eigenreflexe prompt eintreten, wenn durch irgendwelche Kräfte eine rasche Veränderung der Gelenkstellung eintritt und die Vp. im Gegensatz dazu den Willen hat, diese Verschiebung zu verhindern. **P. Hoffmann** konnte mit **K. Hansen** nachweisen, dass bei den verschiedenen Bewegungen und Belastungen Eigenreflexe eintreten, von denen wir gar nichts wissen, die wir nur mit Hilfe der Aktionsströme nachweisen können.

Es ist bekannt, dass bei Fehltritten Muskelzerreissungen und Knochenbrüche eintreten können. (Fraktur der Patella, Zerreissung des M. quadriceps.) Hier haben wir es zweifellos mit reflektorisch stark erregbaren Muskelgruppen zu tun, bei denen in ungünstigem Zufalle die plötzliche Kontraktion so intensiv werden kann, dass sie den ganz unerwünschten Erfolg einer Zerreissung hat. Es ist in dem Eigenreflexapparat unserer Muskeln eine ständige Anpassung der Innervation an die Beanspruchung gegeben, keineswegs nur für Fälle exzessiver plötzlicher Zerrung, sondern selbst für die feinsten und leichtesten Bewegungen. In diese Funktion ist natürlich auch die inbegriffen, die **Sternberg** sich denkt, der Schutz der Gelenke.

Zusammenfassend können wir sagen, dass der sogenannte Sehnenreflex eines der wichtigsten Mittel ist, durch welche eine willkürlich eingenommene Gelenkstellung gegen mechanische Störungen erhalten wird. Schon lange weiss der Kliniker, dass an innervatorisch zu stark gespannten Muskeln die Reflexbewegung nicht zu erzielen ist. Der Reflex fehlt aber darum doch nicht. Noch wichtiger ist Hoffmanns Feststellung, dass sogar die Willkürinnervation eines Muskels seine Erregbarkeit für den Eigenreflex ansteigen lässt.

Die Sehnenreflexe sind als wichtiges Mittel zur Erhaltung einer Gelenkstellung gegen plötzlichen Stoss aufzufassen (**V. v. Weizsäcker**). Der Stoss bewirkt Bewegungserscheinungen des gestossenen Körperteils und Spannungsänderungen in den ihn haltenden Muskel, alle von recht kurzer Dauer. Dabei sind aber neben der Reflexkontraktion zu berücksichtigen, die Trägheit der bewegten Massen und die physikalische Elastizität der Muskeln.

# Eigenreflexe im Pathologischen Abbau.

Wenden wir uns jetzt der Frage zu, was die experimentelle Analyse für den pathologischen Abbau leistet, so verschiebt sich in der Tat das Bild. Zunächst seien in diesem Sinne einige Ergebnisse aus in der Litteratur vorliegenden Arbeiten kurz (nach **v. Weiszäcker**) wiederholt. Dabei sind bis jetzt in der Hauptsache zwei Methoden benützt worden: Registrierung der Aktionsströme im Erfolgsorgan und mechanische Analyse der Bewegungen.

Die Auslösbarkeit eines sichtbaren Reflexes durch den Klopfhammer sagt an sich nichts aus über die funktionelle Wertigkeit der eigenreflektorischen Funktion, denn:

a) äusserlich unsichtbare Eigenreflexe können in einer bestehenden stärkeren Innervation oder Versteifung (Agonist und Antagonist) sind kontrahiert, versteckt und galvanometrisch nachgewiesen werden. **(P. Hoffmann.)**

b) Muskeln, die nach dem klinischen Beklopfen auf jede Weise reflektorisch unerregbar scheinen, zeigen im Aktionsstrombild, dass diese Funktion dabei nur herabgesetzt sein kann, aber nicht fehlen muss. **(Eismayer** und **Kurvella.)**

c) Die pathologischen Steigerungen der Eigenreflexe beim Pyramidensyndrom äussern sich in Verkürzung **(Hansen** und **P. Hoffmann)**, da die Abschwächung beim Cerebellarsyndrom in Verlängerung der Refraktärphase (durch blosses Beklopfen nicht festzustellen **(Hansen** und **Rech)**. (Z. f. B. 87. 1925.)

d) Die tabische Reflexstörung äussert sich in zeitlicher Dispersion des Reflexes: verschiedene Muskelgebiete werden zu verschiedener Zeit vom Reflex erreicht. **(Eismayer** und **Kurvella.)**

e) Die beim normalen Reflex vorhandene Steigerung der Aktionsströme und Gelenkstellung (aktiv und passiv) ist beim Tabiker verändert. **(Eismayer** und **Müller.)**

f) Die beim normalen Reflex vorhandene Steigerung der Aktionsströme durch vorgehende Belastung ist beim Tabiker nicht nachweisbar. **(Eismayer** und **Müller.)**

g) die sogenannte Steigerung, wie die sogenannte Abschwächung der Eigenreflexe ist bei Tabes Pyramidensyndrom, extrapyramidalem Rigor mit Verzögerung der Kompensation mechanischer Störungen der Willkürbewegungen verknüpft. **(Kahn-Sexauer.)** Beide lassen sich ja selbst als eine mangelhafte Form der Kompensation betrachten.

h) Die Aktionsstrombilder der Willkürbewegung zeigen bei schweren Hinterstrangerkrankungen Zackenarmut (**Gregor** und **Schiller**) — z. ges. Neur. Psych. Bd. 115, von Weizsäcker — Dt. Z. f. Nervenh. 70) ebenso bei Novokainwirkung (**Dusser de Barenne**, I. of Physiolog. Bd. 61, 1926) oder bei erhöhte Zackenzahl (**Altenburger**, z. ges. Nerv. und Psych., Bd. 16).

i) Die Abhängigkeit der Innervationsfrequenz (Aktionsströme) der Muskeln von Eigenreflexen kann verändert werden. Bei Strychnin ist sie ganz aufgehoben, unter Tetanustoxin wird die Muskelerregung ganz und gar reizabhängig. (**P. Hoffmann**, z. f. Biol., 86.)

Aus diesen Feststellungen folgern wir, dass die Beurteilung des klinisch üblichen Klopfreflexes ungenügend ist für Aussagen über die Reflexstörung selbst und die dadurch bedingte allgemeine Leistungsstörung eines Kranken. Es wäre für diese Fragen an sich nicht allein entscheidend, von wo der Reflex ausgeht und ob er irradiert. Es ist klar, dass wir erst in den Anfängen einer Funktionsanalyse des pathologischen Abbaues stehen und können sagen: Reizbeantwortungen, welche nach der Art des Reizes, der Reflexzeit und des Reflexerfolges als Eigenreflexe angesprochen werden dürfen, zeigen bei Hinterstrangerkrankungen und beim Pyramidensyndrom Abwandlungen:

1. im Sinne der Intensitätsminderung oder Intensitätssteigerung;
2. im Sinne der Verkürzung oder Verlängerung der Refraktärphase;
3. im Sinne der Ungleichförmigkeit der Reflexzeit (vergl. **v. Weizsäcker**).

Zunächst sei mit Nachdruck gesagt, dass Patienten mit klinischer Areflexie keine Ataxie des Ganges oder der Ziel- und Fertigkeitsbewegungen zu haben brauchen. Das ist längst bekannt. Aber seitdem wir wissen, dass diese Patienten in vielen Fällen bei Untersuchungen der Aktionsströme gar nicht areflektorisch sind, lässt sich durchaus nicht mehr schliessen, dass die Ataxie also nicht von der Areflexie komme. Wenn auch die scheinbar areflektorischen Muskeln in Wirklichkeit reflexfähig sind, so müssen wir jetzt (mit **v. Weizsäcker**) sagen:

« wenn die Ataxie etwas mit den Eigenreflexen zu tun hat, so ist nicht ihr Vorhandensein oder Fehlen das, worauf es ankommt, sondern andere Momente. Sie können, wie gezeigt wurde, im restlichen Erregungsablauf, in der Erregungsausbreitung, in der intensiven Abstufung des motorischen Effektes oder in Verhältnissen, die bisher noch nicht zur Sprache kamen, liegen.

Die Frage aber, ob die Ataxie etwas mit der Funktionsänderung der Eigenreflexe zu tun hat, hängt ganz offenbar mit der allgemeinen zusammen, was die Eigenreflexe mit dem Aufbau anderer als reflektorischer Bewegungen, zu tun haben. **P. Hoffmann** formuliert seinen Gegensatz zu den Breslauer Untersuchern (**O. Fœrster**) dahin, dass er den Eigenreflex als einen für sich allein zwecklosen Teil der willkürlichen und koordonierten fremdreflektorischen Bewegungen ansehe, während diese ihn den Dehnungsreflex selbst schon für einen koordonierten halten. Hinzu kommt, dass **P. Hoffmann** sich nur auf normale, seine Gegner sich auch auf pathologische Fälle stützen. Diese beiden Fragen, die Vergleichbarkeit von Eigenreflexen mit anderen Leistungen und die Vergleichbarkeit normaler und pathologischer Zustände, hängen aber zusammen; denn der pathologische Ausfall einer Funktion wird von vielen benutzt, um eben eine Funktion zu definieren. So, wenn **O. Fœrster** folgert, der Ausfall des Sehnenreflexes bei erhaltenen Dehnungsreflex beweise, dass zwei verschiedene Funktionen vorliegen. **P. Hoffmann** anderseits fordert, dass eine Funktion durch Reflexzeit, Refraktärphase, Summation, Ausbreitungsgebiet definiert wird.

**J. Stein** hat in einer Studie über «Hinterstrangsstörung bei Friedreich'schen und tabischer Ataxien» der «sensorischen Theorie» eine neue Unterlage gegeben, indem er die Bewegungsstörungen nicht mehr auf den Ausfall, sondern auf den veränderten Erregungsablauf zurückführte. Beim Tabiker fehlt die Steigerung der Aktionsströme, die beim normalen Reflex bei Belastung des Muskels auftritt. Die sog. Steigerung, wie auch die Abschwächung der Eigenreflexe, ist bei Tabes, bei dem pyramidalen und extrapyramidalen Syndrom mit Verzögerung der Kompensation mechanischer Störungen der Willkürbewegung verknüpft.

## Beispiele klinischer Anwendung.

Ich habe im Verlaufe dieser Arbeit die hier vorgetragenen Verhältnisse an insgesamt 36 klinischen Fällen geprüft (Tabes dorsalis 10 Fälle, Friedreich'sche Krankheit 6 Fälle, Multiple Sklerose 7 Fälle, Hemiplegie 5 Fälle und Paralysis agitans 8 Fälle). Ich begnüge mich hier mit der Wiedergabe von je 2 möglichst typischen Fällen jeder der obenerwähnten Affektionen in tabellarischen Zusammenstellung.

| N° | Name | Alter | Geschl. | Beruf | Anfang der Krankheit | Bab. | Patell. | Achill. | Biceps | Triceps | Sensib. | Intell. | Gang | Tonus der Muskulatur | Diagnose |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | B. G. | 35 | M. | Beamter | Lues 1905 | R L<br>— + | ○ | ○ | + | + | O. B. | norm. | keine Ataxie | O. B. | Tabes dorsalis |
| 2 | K. M. | 45 | M. | Arbeiter | vor 5 Monat. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | » | » | keine Ataxie | O. B. | » » |
| 3 | K. O. | 36 | M | Musiker | mit 25 J. | + | ○ | ± | ○ | ○ | — | — | Ataxie | Hypotonie | Friedreich |
| 4 | F. M. | 21 | Fr. | — | mit 16 J. | + | ○ | ○ | + | + | — | — | Ataxie | Hypotonie | » » |
| 5 | F. R. | 46 | Fr. | Glätterin | mit 30 J. | ○ | ++ | ++ | ++ | ++ | — | — | Ataxie spastisch. | Hypertonie | Multiple Sklerose |
| 6 | B. O. | 30 | M. | — | mit 27 J. | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | O. B. | norm. | » » | » » | » » |
| 7 | G. L, | 76 | M. | Schneider | mit 75 J. | ○ | + | + | + | + | » | — | typ. Gang | Hypertonie | Hemiplegie |
| 8 | S. M. | 52 | Fr. | Hausfrau | mit 49 J. | + | + | + | + | + | » | norm. | gelähmt | Hypertonie | » » |
| 9 | A. H. | 42 | M. | Vorarbeit. | mit 41 J. | ○ | ++ | + | + | + | » | herab. | steif nicht ataktisch | Hypertonie | Paralysis agitans |
| 10 | K. E. | 23 | M. | Spengler | mit 16 J. | ○ | + | + | + | + | » | » | » » | » » | » » |

## Zusammenfassung.

1. Nach dieser Darlegung ist der Eigenreflex eines der wichtigsten Mittel, durch welche eine willkürlich eingenommene Gelenkstellung gegen mechanische Störungen aufrecht erhalten wird.
2. Die blosse Feststellung der Nichtauslösbarkeit eines Sehnenreflexes durch die übliche klinische Methode (Perkussion) ist kein Beweis dafür, dass der Reflexvorgang tatsächlich völlig aufgehoben ist. — (Versuche mit dem Saitengalwanometer, Hoffmann P., V. v. Weizsäcker, Claus O., u. a.)
3. Das erklärt auch unter anderem, warum Patienten mit klinischer Areflexie nicht notwendigerweise eine Ataxie des Ganges oder der Ziel- und Fertigkeitsbewegungen zu haben brauchen.

---

An dieser Stelle sei es mir gestattet, die angenehme Pflicht zu erfüllen, Herrn Prof. Dr. Robert BING für die freundliche Ueberlassung des Themas und für die mir gegebenen Anregungen, wie auch Herrn Prof. Dr. Rudolf STAEHELIN für die gütige Ueberlassung des klinischen Materials meinen besten Dank auszusprechen.

---

# Literaturverzeichnis.


1. **Bing R.,** Lehrbuch der Nervenkrankheiten.
2. **Benedek L. & Kulcsar F.,** Einseitiges Erhalten des Patellarreflexes bei Tabes dorsalis infolge vorausgegangener und geheilter Hemiplegie. D. Z. f. Nerv. Bd. 87.
3. **Beritoff,** Ueber die Faktoren, welche die Spannung der Skelettmuskeln bestimmen. Z. f. Biol. 1928.
4. **Claus O. & V. v. Weizsäcker,** Ueber das Verhalten von Reflexe und Willkürbewegungen bei der Einwirkung äusserer, die Bewegung störender Kräfte. Z. f. Nervenheilk. Bd. 75. 1922.
5. **Davidenkov S.,** Spinale Regulierung der Sehnenreflexe. Sovremennja psichonovrlogija. Bd. 2, No. 1. (Russisch.)
6. **Erben S.,** Ueber einen Patellarreflex, welcher beim Tabiker bestehen bleibt trotz Fehlens des Westphalschen Zeichens. Wien. Klin. Wochenschr. Jg. 37. No. 40.
7. **Eufemjusz H.,** Reflexes tendineux dans le parkinsonisme postencéphalitique et au cours de l'encéphalite léthargique. Rev. neurol. Jg. 30. No. 5, S. 469.
8. **Flick & Traum E.,** Ueber die Bedeutung der Eigenreflexe für maximale Leistungen unserer Skelettmuskel. Nervenarzt 3. J. 1930.
9. **Færster O.,** Schlaffe und spastische Lähmung. Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie. Bd. 10. 1927. S. 893.
10. **Fleisch,** Ueber Eigenreflexe. Schweiz. Med. Woch. 1929.
11. **Hoffmann P.,** Ueber die Beziehungen der Hautreflexe zu den Sehnenreflexen. Eigenreflexe und Fremdreflexe der Muskeln. Zeitschrift f. Biol. Bd. 72.
12. **Hoffmann P.,** Die Reflexerregbarkeit der Muskelgruppen und der Wernick'sche Prädilektionstypus der Lähmung und Kontraktur bei cerebralen Affektionen. Z. f. Biol. 75.
13. **Hoffmann P.,** Ueber die Beziehungen der Sehnenreflexe zur willkürlichen Bewegung und zum Tonus. Z. f. Biol. Bd. 68.
14. **Hoffmann P.,** Untersuchungen über die Eigenreflexe (Sehnenreflexe) menschlicher Muskeln. Berlin. J. Springer. 1922.
15. **Hoffmann P. & Keller J.,** Untersuchungen über die Abhängigkeit der Eigenreflexe von der Art des Reizes. Z. f. Biol. Bd. 87.
16. **Hoffmann P.,** Ueber die Natur der Sehnenreflexe (Eigenreflexe) und ihr Verhältnis zur Sensomobilität. Z. f. Nervenh. 82. 1924.
17. **Hoffmann P. & Hansen K.,** Die Bedeutung der Sehnenreflexe für die Erhaltung einer Gelenkstellung. Z. f. Biol. Bd. 71.

19. **Herman E.,** Fehlende Sehnenreflexe bei postencephalitischen Pseudoparkinson. Polska gazeta lekarska. Jg. 2. No. 27. S. 482. (Polnisch.)

20. **Hansen K., Hoffmann P. & V. v. Weizsäcker,** Der Tonus des quergestreiften Muskels. Z. f. Biol. Bd. 75.

21. **Eismayer G. & Kurella H. V.,** Untersuchungen über die Bein-Eigenreflexe der Tabiker. Deutsche Zeitsch. f. Nervenheilkunde. Br. 113. 1930.

22. **Krahmer W.,** Zur Frage über den Entstehungsmodus des Kniephänomens. Deutsche Zeitsch. f. Nervenheilkunde. Bd. 75.

23. **Langelaan J. W.,** Ueber Muskeltonus und Sehnenreflexe. Nederlandsch. Tijdschr. v. geneesk. Jg. 69. No. 11, referiert im Zentralblatt f. die gesamte Neurologie und Psychiatrie. Bd. 43. S. 498.

24. **Kaufmann F. & Steinhausen W.,** Ueber die Abhängigkeit der Reflexzeit von der Stärke des Reizes. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 190. S. 12.

25. **Martin Paul,** Influence des noyaux vestibulaires sur la réflectivité tendineuse. C. r. Soc. Biol. Paris. 105. (1930), referiert im Zentralb. f. d. ges. Neur. u. Psych.

26. **Matzdorff P.,** Zur Frage über den Entstehungsmodus des Kniephänomens. D. Z. f. Nervenheilkunde. Bd. 78. (S. 320.)

27. **Pfahl J.,** Die Bedeutung der elastischen Spannung unserer Muskeln für das Zustandekommen, die Stärke und den Ablauf der Sehnenreflexe, der klonischen und spastischen Erscheinungen. Z. f. Neurol. Bd. 140. (1932.)

28. **Nelki F.,** Beitrag zum Problem des dauernden Fehlens der Patellar- und Achillessehnenreflexe ohne nachweisbare Erkrankung des Nervensystems. Allg. Zeitsch. f. Psych. und psychisch-gericht. Med. Bd. 77. H. 4/5. S. 255.

29. **Pannhorst,** Beitrag zur Klinik der bedingten Reflexe. Der Nervenarzt. 1932. 5. J.

30. **Tuttle W. W., Travis Lee. E. and Hunter Th. A.,** A study of the reflexe time of the knee-jerk and the Achilles-jerk. Americ. journ. of physiol. Bd. 82, referiert im Zentralb. f. d. ges. Neur. u. Psych. Bd. 50.

31. **Tuttle W. W. and Travis L. E.,** A comparative study of the extend of the knee-jerk and the Achilles-jerk. Americ. jour. of. physiol. Bd. 82, referiert im Zentralb. f. d. ges. Neur. u. Psych. Bd. 48.

32. **J.-J. Russetzki,** Untersuchungen über den Kniesehnenreflex beim Menschen Archiv f. Psych. u. Nervenkr. Bd. 68.

33. **Schneider M.,** Ueber den Verlauf des Muskelaktionsstroms bei indirekter Zuckung und beim Eigenreflex. Z. f. Biol. Bd. 89.

34. **Strughold H.,** Beiträge zur Kenntnis der Refraktärphasen der Eigenreflexe beim gesunden Menschen. Z. f. Biol. Bd. 88.

35. **Schulze,** Bemerkungen zur Lehre von Sehnenreflexen. D. Zeitsch. f. Nervenheilk. Bd. 78.

36. **Stein H.,** Die Hinterstrangstörung bei Friedreich'scher Ataxie (und Tabes Dorsalis) und ihre Bedeutung für das Zustandekommen ataktischer Erscheinungen. Z. f. Bd. 91.

37. **Sternberg M.,** Die Sehnen reflexe. (Leipzig u. Wien 1893.)

38. **Sternberg M.,** Sehnenreflexe bei Ermüdung. Zentralb. f. Physiol.

39. **Strughold H.,** Die Reflexe, betrachtet nach ihrer funktionellen Bedeutung. Der Nervenarzt. 1928. 1. J.

40. **Schäffer H.,** Ueber Sehnenreflexe und die Methodik ihrer Latenzzeitbestimmung. Z. f. d. ges. Neur. u. Psych. Bd. 74. S. 605.

41. **V. v. Weizsäcker,** Ueber Willkürbewegungen und Reflexe bei Erkrankungen des Zentralnervensystems Z. f. Nervenheilk. Bd. 70.

42. **V. v. Weizsäcker,** Neuere Forschungen und Anschauungen über Reflexe und ihre physiologische Bedeutung. Klin. Woch. Heft. 45. 1922.

43. **V. v. Weizsäcker,** Ataxie und Funktionswandel. Der Nervenarzt. 1932. 5. J.

44. **V. v. Weizsäcker,** Reflexgesetze. Handbuch der norm. u. path. Physiologie. Bd. 10.

45. **Wilmers H.,** Ueber koordinierte Reflexe an der oberen Extremität. Arch. f. Psych. u. Nervenkr. Bd. 73.

46. **Whitehorn J. C. and Lundholm H.,** The relation between stature and the latent period. of the knee-jerk. Amer. J. Physiol. 92, referiert im Zentralb. f. d. ges. Neurol. u. Psych. Bd. 56. S. 758.

47. **Williams E.,** A comparison of the irritability of men and women. Americ. journ. of physiol. Bd. 75, referiert im Zentralb. f. d. ges Neurol. u. Psych. Bd. 45. S. 32.

# Inhaltsverzeichnis.

1. Einleitung ..... 4
2. Eigenreflexe und Fremdreflexe ..... 5
3. Die funktionelle Bedeutung der Reflexe ..... 11
4. Sehnenreflexe und Gelenkstellung ..... 15
5. Eigenreflexe im pathologischen Abbau ..... 17
6. Beispiele klinischer Anwendung ..... 20
7. Zusammenfassung ..... 21